

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-194572

(43) 公開日 平成6年(1994)7月15日

(51) Int. Cl. 5
G02B 15/20
13/18

識別記号 序内整理番号
9120-2K
9120-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 (全17頁)

(21) 出願番号 特願平4-344640
(22) 出願日 平成4年(1992)12月24日

See Appr. 182

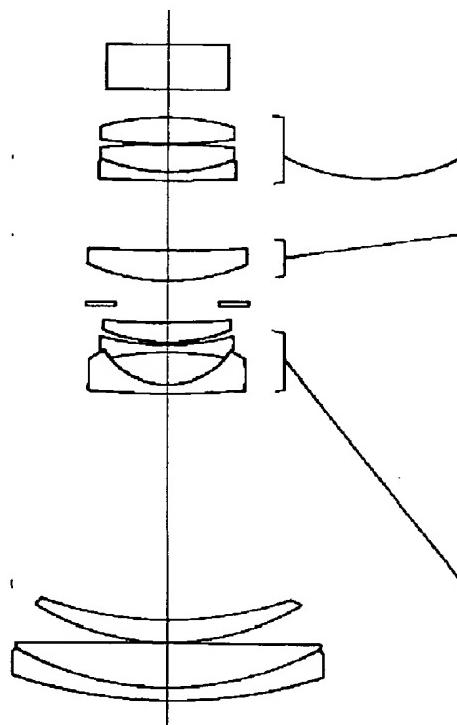
(71) 出願人 000006079
ミノルタカメラ株式会社
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13
号 大阪国際ビル
(72) 発明者 坂 真奈美
大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大
阪国際ビル ミノルタカメラ株式会社内
(72) 発明者 中川 朋子
大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大
阪国際ビル ミノルタカメラ株式会社内
(72) 発明者 萩野 修司
大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大
阪国際ビル ミノルタカメラ株式会社内

(54) 【発明の名称】変倍レンズ

(57) 【要約】

【目的】変倍比が1.2倍程度でFナンバーが1.8程度と
いう高変倍かつ明るい変倍レンズを、コンパクトかつ
少ない構成枚数で実現し、しかも性能面でも充分満足で
きるものを提供する。

【構成】物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ成
分、負の屈折力の第2レンズ成分、正の屈折力の第3レ
ンズ成分、正の屈折力の第4レンズ成分を有する変倍レ
ンズにおいて、第1レンズ成分及び第2レンズ成分の屈
折力を適切に規定している。さらに、変倍時における第
2、第3、第4レンズ成分それぞれの動きを適切に規定
している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ成分、負の屈折力の第2レンズ成分、正の屈折力の第3レンズ成分、正の屈折力の第4レンズ成分とを有し、以下の条件式を満足することを特徴とする変倍レンズ

$$0.10 \leq f_s \cdot \phi_1 \leq 0.25$$

$$0.45 < f_s \cdot |\phi_2| < 1.25$$

但し、 f_s は広角端における全系の焦点距離、

ϕ_1 は第1レンズ成分の屈折力、

ϕ_2 は第2レンズ成分の屈折力である。

【請求項2】 前記第2レンズ成分は変倍のために光軸上を前後に可動であり、前記第3レンズ成分は同じく変倍のために第2レンズ成分とは反対方向に光軸上を前後に可動であり、前期第4レンズ成分は変倍時の像面の位置を一定にするために光軸上をUターン状の軌跡を描いて前後に可動であることを特徴とする請求項1に記載の変倍レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ビデオカメラ等の小型カメラに適用される変倍比の大きい変倍レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、ビデオカメラ等のカメラ本体は電子部品のパッケージ化や集積率の向上により、重量・体積とも格段にコンパクト化が進んでいる。一方、カメラ本体の価格面・コスト面においても低廉化が著しい。

【0003】 このような中において、レンズの重量・体積・コストも、絶対値では少しづつ改善されている。しかし、カメラ本体に対する相対値は年々上昇している状況である。従って、レンズのコンパクト化・コストダウンの要請はより強いものとなっている。

【0004】 また、撮像素子の小型化による照度不足を補うための大口径化や、さらには高画素化・高解像度化に対応するための高性能化というように、レンズに求められる性能はより高くなっている。

【0005】 基本的に本発明では、変倍比として、現在特にビデオカメラ分野で主流である1.2倍程度、FナンバーはF1.8程度の大口径比の変倍レンズを想定する。

【0006】 このようなスペックを満足するものは4成分または5成分よりなるズームレンズで、特開平1-179117号公報等これまで数多く提案されているが、その大半は13~15枚程度のレンズよりなる構成であり、コスト的にも大きさ的にも現在の要求を満足できるものとはいえない。

【0007】 また一眼レフカメラ用のレンズでは、特開平2-66509号公報等で提案されているように、多成分を移動させることにより各レンズ成分の移動量を減らしコンパクト化を図ったものが多くみられる。この様なタイプでは、ズーミング時に第1レンズ成分も移動させてい

るが、ビデオカメラでは駆動部分のコンパクト化も重要な目的のため、ズーミング時には重量の大きい第1レンズ成分を固定する方がはるかに有利である。

【0008】 そこで最近のビデオカメラでは、非球面を用いることによって構成枚数を削減するといったような動きが見られるようになってきた。例えば特開昭57-27219号公報に示されたズームレンズは、正負正の3成分よりなる系で、第1レンズ成分を像点位置補正成分（コンペニセーター）、第2レンズ成分を変倍成分（バリエーター）として光軸上を移動させ、各レンズ成分に非球面を1面ずつ使用することによってF1.6の3倍ズームレンズを12枚のレンズで実現している。しかし、これはズーム構成やレンズ形状・配置等が有効とはいせず、構成枚数はそのスペックから考えて少なくない。

【0009】 また、このタイプのレンズを6倍以上の高変倍ズームにまで拡張することは不可能である。その理由の一つは、上述したレンズ形状・配置等の不適性の他に次のような欠点を持つからである。すなはち、変倍時に第3レンズ成分を移動させていないため、必然的に

20 第1レンズ成分がコンペニセーターレンズ成分として移動し、そのとき6倍以上の高変倍を達成するには、広角端もしくはミドル域（中間焦点距離）での使用を考慮すると、4成分及び5成分よりなるズームレンズに対し、第1レンズ成分（前玉）の径がかなり大きくなり、また重量が相当重くなるからである。

【0010】 これに対し、4成分ズームレンズでレンズ形状・配置と非球面の配置をかなり有効に行い、構成枚数を大幅に削減したものとして、特開昭61-110112号公報や特開昭60-107013号公報で提案されたものがある。

30 【0011】 特開昭61-110112号公報で提案されたレンズは正負正の4成分系で、各レンズ成分を簡潔に構成し、4面の非球面をうまく使用することにより、全系でわずか8枚のレンズで6倍ズームレンズを達成している。しかし、収差性能はかなり悪く、現在の要求性能を満足することは困難である。

【0012】 また、特開昭60-107013号公報は正負正の4成分系で8枚構成の模式図が図示されているが、数值データ不在のため、その性能や大きさが判断できず、またスペック的にもF2の4倍ズームであるので高変倍ズームには応用できないと予想される。

【0013】 その他、低変倍比ではあるが、特開昭63-304218号公報や特開昭64-44907号公報、特開平1-223408号公報等、第2レンズ成分を1枚、第1レンズ成分を1~2枚とした正負正の3成分系によって、非球面の力も借りながら思い切って枚数削減を図ったものも提案されている。しかし、これらのレンズタイプは、変倍の主役でかつ変倍に際し光軸上を大きく移動する第2レンズ成分を負单レンズ1枚で構成していて、第2レンズ成分内での色収差補正がなされていないために、変倍による色収差の変動が大きく、高変倍に応用した時には性能保障

が出来ない。こと実これらの例は、変倍比が2~3倍と低く、FナンバーもF2~4程度と暗いものしか実現出来ていない。この色収差変動は非球面を多用しても改善できるものではなく、このようなレンズタイプは現在の要求性能（色収差含む）から考慮して、せいぜい3倍どまりの変倍比までしか達成できる見込みがなく、12倍クラスに応用することは不可能である。

【0014】さらに、特開昭64-91110号公報や特開平1-185608号公報にも斬新なズームレンズが提案されている。特開昭64-91110号公報は3成分ズームレンズとほぼ同じようなレンズ形状でありながら、この第2レンズ成分に相当する部分を2枚の負レンズよりなる負成分と1枚の正レンズよりなる成分とに分離することにより、実質的な構成を4成分系として、構成枚数を3成分並の8~11枚におさえ3倍ズームを実現している。変倍は上述した負成分と正成分を各々独立に移動させることにより行なっている。しかし、この4成分ズームレンズの本質的な弱点は、独立に移動する第2レンズ成分と第3レンズ成分の各々のレンズ成分内での色補正が完結していないために、高変倍ズームに応用した場合には、変倍による色収差変動を充分に抑えきれないことである。この例では3倍という低変倍比にとどめてズーム解を工夫することによりなんとか色収差変動を抑えているが、これを6倍ズームに応用するのはかなり困難である。

【0015】特開平1-185608号公報は、非球面を多用することによって、特開昭64-91110号公報で提案されたレンズの構成枚数を減らしつつ6倍ズームにまで発展させたものである。これは特開昭64-91110号公報で提案されたレンズの第2レンズ成分を負単レンズ1枚、第3レンズ成分を正単レンズ1枚にしてあり、第4レンズ成分も簡略化してある。しかし、これにおいても上述した色収差変動が大きいため、ズーム解の工夫をかなり施してあるもののまだ残存色収差が大きく、現状の要求性能を満たすことは難しい。さらに色収差補正にかなりのウェートを置いたズーム解になっているため、移動レンズ成分である第2レンズ成分と第3レンズ成分の移動量がかなり大きく、全長が長くなっているということと、特に重量に大きな影響を与える前玉の外径が、既存の同スペックの一般的なものに比べかなり大きくなっているため、コンパクト性という観点にたてば、ここで提案されているものは悪化しているといわざるを得ない。このように特開平1-185608号公報で提案されたズームレンズは枚数削減という目的は達成しているものの、コンパクト性・色収差性能は現状のニーズを満足できるものではないという結論になる。

【0016】さらに、特開平1-185608号公報と同じく正負正の4成分の構成で色収差変動も抑えることが出来るものとして、特開平2-39011号公報に開示されたものがある。これは、非球面を3面使用し、F1.4の6倍ズームを8枚のレンズで達成しているものであり、上述の

各例よりコスト面・性能面・大きさ面より、実現可能性が高いものと思われる。しかし残存する問題点としては、前玉の径が小さいとはいはず重量的には既存のものに対しさしたる優位性がないということと、収差図には現われにくいサジタル方向のコマ収差（リンネンフェラーリ）が非常に大きく軸外の性能劣化が大きいということが挙げられる。4成分系ズームレンズは、この延長線上で徐々にこれら問題点を改良してゆくことが期待される。

10 【0017】また、正負正の3成分系で各レンズ成分を移動させることにより枚数を削減し高変倍化を図ったもので、一眼レフ用やコンパクトカメラ用として提案されたものとしては、特開昭54-30855号公報、特開昭54-80143号公報に開示されたものや特開平2-39116号公報に開示されたものがある。各々順に変倍比と構成レンズ枚数は、2.4倍/10枚、3倍/11枚、3倍/12枚であり、変倍比が不十分でかつ特に第2レンズ成分や第3レンズ成分の簡略化が充分達成されておらず、コスト的にも充分ではない。

20 【0018】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、変倍比が1.2倍程度でFナンバーが1.8程度という高変倍でかつ明るい変倍レンズを、コンパクトかつ少ない構成枚数で実現し、しかも性能面でも充分満足できるものを提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明では、物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ成分、負の屈折力の第2レンズ成分、正の屈折力の第3レンズ成分、正の屈折力の第4レンズ成分を有する変倍レンズにおいて、第1レンズ成分及び第2レンズ成分の屈折力を適切に規定した。

30 【0020】さらに、変倍時における第2、第3、第4レンズ成分それぞれの動きを適切に規定した。

【0021】

【作用】上記構成を有することにより、本発明はコンパクトでしかも構成枚数が少ないにもかかわらず、変倍比が1.2倍程度でFナンバーも1.8程度という高変倍でかつ明るい変倍レンズが実現できる。

【0022】

【実施例】以下、本発明の実施例について詳述する。本発明の変倍レンズは、物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ成分、負の屈折力の第2レンズ成分、正の屈折力の第3レンズ成分、正の屈折力の第4レンズ成分とを有し、以下の条件式(1)、(2)を満足することを特徴とする。

【0023】

$$0.10 \leq f_s \cdot \phi_1 \leq 0.25 \quad (1)$$

$$0.45 < f_s \cdot |\phi_2| < 1.25 \quad (2)$$

50 但し、 f_s は広角端における全系の焦点距離、 ϕ_1 は第1

レンズ成分の屈折力、 ϕ_2 は第2レンズ成分の屈折力である。

【0024】条件式(1)は、第1レンズ成分の屈折力の適正な範囲を規定するものである。4成分のレンズ系においては、各レンズ成分で発生する収差を適正に抑えなければ、全焦点距離範囲にわたって良好な収差性能を有する高変倍のズームレンズを実現することが不可能となる。条件式(1)の上限を越えて第1レンズ成分の屈折力が強くなると、第1レンズ成分内で発生する収差の量が大きくなるためズーミングによる全系の収差変動も大きくなり、例えばミドル付近で要求性能を満たさなくなってしまう。ミドル付近は望遠端あるいは広角端と比べると使用頻度が少ないが、極端に悪い性能であれば、ますます高性能・高スペック化が求められる最近のレンズではまったく許容できない。

【0025】条件式(1)の下限を越えて第1レンズ成分の屈折力が弱くなると、ズーミングのために取らなくてはならない第1レンズ成分と第2レンズ成分との間隔が極端に長くなり、従ってレンズ全長も著しく長くなってしまう。ビデオカメラ自体が小型化してきているため、最近のレンズ系はスペックや性能と共に一層のコンパクト化が要求されるようになってきている。このためいくら性能やスペックが高くても、著しく全長の長いレンズ系ではカメラとの間で全くバランスが取れない。

【0026】条件式(2)は第2レンズ成分の屈折力の適正な範囲を規定するものである。第1レンズ成分の場合と同じように、第2レンズ成分で発生する収差も全焦点距離範囲の収差変動に大きく関与している。条件式

(2)の上限を越えて第2レンズ成分の屈折力が強くなると、第2レンズ成分で発生する収差が大きくなり、ズーミングによる全系の収差変動が著しく大きくなってしまう。また、第2レンズ成分は変倍を主に行っているため特に屈折力が強く、第3レンズ成分や第4レンズ成分の収差補正にも大きな影響を及ぼし、明るいレンズ系の実現が困難となる。

【0027】条件式(2)の下限を越えて第2レンズ成分の屈折力が弱くなると、ズーミングのために第2レンズ成分が移動する量が大きくなりレンズ全長が著しく長くなってしまう。第2レンズ成分は主として変倍のためには移動しているので、全長に及ぼす寄与は著しい。

【0028】また、本発明の変倍レンズでは、第2レンズ成分は変倍のために光軸上を前後に可動であり、第3レンズ成分は同じく変倍のために第2レンズ成分とは反対方向に光軸上を前後に可動であり、前期第4レンズ成分は変倍時の像面の位置を一定にするために光軸上をUターン状の軌跡を描いて前後に可動であることを特徴とする。

【0029】上記のように、変倍時に各レンズ成分が移動することにより、第3成分にも変倍効果を分担させる

ことができ、しかも第3レンズ成分の移動による全長の大型化が防止される。

【0030】さらに、第2レンズ成分及び第3レンズ成分はともに線型に移動するのが望ましい。一般にズームレンズでは、移動するレンズ成分の数が少ない方が機構も簡単でコンパクトになる。しかしながら複数のレンズ成分を一つの機構を使って移動させることができれば、移動レンズ成分が比較的多くても簡単な機構とすることができる。上述のように第2レンズ成分及び第3レンズ成分を線型に移動させることによって、ギア・リード等を介して二つの移動レンズ成分を一つの機構で比較的簡単に移動させることができる。

【0031】さらに、本発明の変倍レンズは、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

【0032】

$$0.10 < |\phi_1| / |\phi_2| < 0.35 \quad (3)$$

条件式(3)は、第1レンズ成分と第2レンズ成分の屈折力配分の適正なバランスを規定するものである。全系のレンズ枚数は、第1レンズ成分と第2レンズ成分との屈折力のバランスに大きく左右される。

【0033】条件式(3)の上限を越えて第1レンズ成分の屈折力が強くなると、像面位置を補正する第4レンズ成分の軌跡が望遠端よりも広角端で物体側に寄り、最も物体側となる位置がより第3レンズ成分に近くなる。第3レンズ成分と第4レンズ成分との間隔が小さくなると第4レンズ成分に入射する光束幅が大きくなり、第4レンズ成分で補正しなければならない収差量が大きくなってしまって第3レンズ成分や第4レンズ成分のレンズ枚数が増加してしまう。

【0034】条件式(3)の下限を越えて第2レンズ成分の屈折力が強くなると、第4レンズ成分の軌跡が望遠端よりも広角端で像面側に寄り、レンズバックが短くなったりレンズ全長が長くなったりする。ビデオレンズでは一眼レフと比較して長いレンズバックを必要としている。これはレンズの像面側にローパスフィルターやフェイスプレート等の厚い平板を挿入するためである。最近では画面サイズ(CCDサイズ)が小さくなる傾向にあるが、CCDをカバーするフェイスプレートの厚みはほとんど変わっていないため、レンズの全長に対するレンズバックの比はますます大きくなっている。つまり、レンズバックが極端に短くなるとレンズ系自体が実現できなくなってしまう可能性がある。もちろんレンズの構成枚数を変えることでレンズバックを長くすることはある程度可能はあるが、そのためにはレンズ枚数を著しく多くしなくてはならない。

【0035】さらに、第1レンズ成分は高分散材料の負レンズを少なくとも1枚含む2枚以上のレンズで構成され、第2レンズ成分は高分散材料の正レンズを少なくとも1枚含む2枚以上のレンズで構成され、第4レンズ成分は高分散材料の負レンズを少なくとも1枚含む2枚以

上のレンズで構成されていることが望ましい。

【0036】さらに、本発明の変倍レンズは、以下の条件式(4)～(6)を満足することが望ましい。

【0037】

$$\nu_{1N} < 30 \quad (4)$$

$$\nu_{2P} < 30 \quad (5)$$

$$\nu_{3N} < 30 \quad (6)$$

但し、 ν_{1N} は第1レンズ成分中の負の高分散レンズのアッペ数、 ν_{2P} は第2レンズ成分中の正の高分散レンズのアッペ数、 ν_{3N} は第3レンズ成分中の負の高分散レンズのアッペ数である。

【0038】条件式(4)～(6)は各レンズ成分の色収差補正に関するものである。ズームレンズにおいてはどのようなレンズタイプであるかに関わらず、各レンズ成分内で色収差が補正されていることが必要である。これは、各レンズ成分の相対位置が変倍にともなって大きく変化しているためで、もし各レンズ成分内での色収差補正がされていなかったり不十分であると、変倍によって色収差が大きく変動してしまい要求性能を満たすことが出来ない。この傾向は、変倍比が大きくなるほど顕著で8倍ズーム以上になると色収差補正は必ず適正にされていなければならない。条件式(4)～(6)の上限を越えてアッペ数が大きくなると、各レンズ成分内の色収差補正の能力が不十分となり、変倍による色収差変動が許容量を越えてしまう。

【0039】また、前記第1レンズ成分は、物体側より順に負メニスカスレンズおよび正レンズの合計2枚のレンズで構成されるのが望ましい。第1レンズ成分を最も少ないレンズ枚数で構成するときには、前述のように各レンズ成分内での色収差を補正する必要から、少なくとも2枚のレンズが必要である。しかしながら、レンズの形状や並びが適切でなければ、少ない枚数で色収差以外の収差を補正することが困難となる。従って最も適切なレンズ構成としては上述のようになる。より詳細には、負メニスカスレンズは像面側に強い曲率の面を向け、正レンズは物体側に強い曲率の面を向けるのが望ましい。

【0040】前記第2レンズ成分は、物体側より順に負レンズおよび正レンズの合計2枚のレンズで構成されるのが望ましい。第2レンズ成分を最も少ないレンズ枚数で構成するには、やはり色収差補正を考慮にいれて、少なくとも2枚のレンズ構成にしなくてはならない。この時、第2レンズ成分で発生する収差をできるだけ補正するには上述のような構成にする必要がある。より詳細には、負レンズは像面側に強い屈折力の面を向け、正レンズは物体側に強い屈折力の面を向けるのが望ましい。

【0041】あるいは、前記第1レンズ成分は、物体側より順に負メニスカスレンズ、正レンズおよび正メニスカスレンズの合計3枚のレンズで構成されるのが望ましい。高性能で高変倍のズームレンズになると、各レンズ成分での収差補正をより厳格に行う必要がある。これは

各レンズ成分で発生する収差を補正しなければズーミングにおける収差の変動が大きくなってしまい、全ての焦点距離範囲で必要な性能を得ることができないためである。各レンズ成分の収差をできるだけ小さく抑えるには、一つの方法として各レンズ成分の屈折力を弱くすることが考えられる。しかしながら、この方法では当然ズーミング時の各レンズ成分の移動量が大きくなってしまう。もう一つの方法は各レンズ成分のレンズ枚数を増やすものである。この方法を採用すると、レンズ系をコンパクトにできレンズ外径も小さくできるため、レンズ枚数が少ないものよりもかえってコストが安くなるというメリットもある。具体的には、上述のような3枚構成にするのが最も良い。この様な3枚構成はかなり収差を補正する効果があり、12倍程度のズームレンズにも十分応用可能である。

【0042】また、前記第2レンズ成分は、物体側より順に負レンズ、両凹レンズおよび正レンズの合計3枚のレンズで構成されるのが望ましい。高変倍比のズームレンズでは第2レンズ成分も上述のような3枚構成にすることでズーミングによる収差変動をかなり小さくすることができます。

【0043】さらに、本発明の変倍レンズは、以下の条件式(7)を満足することが望ましい。

【0044】

$$0.01 < |t_2| / |t_3| < 0.35 \quad (7)$$

但し、 t_2 は第2レンズ成分の全移動量、 t_3 は第3レンズ成分の全移動量である。

【0045】条件式(7)は第2レンズ成分と第3レンズ成分との移動量の比を規定するものである。主として変倍を行うのは第2レンズ成分であり、第3レンズ成分は補助的な変倍を行うことで、第2レンズ成分の移動量を減らしてレンズ全長の短縮化を助けている。条件式(7)の上限を越えて第2レンズ成分の移動量が第3レンズ成分の移動量と比べて大きくなると、第3レンズ成分で変倍を助ける量がわずかとなり実質的にほとんど効果が無い。つまり、多くのレンズ成分を移動させなくてはならないデメリットだけが残る。

【0046】条件式(7)の下限を越えて第3レンズ成分の移動量が大きくなると、ミドル付近から広角端で第3レンズ成分と第4レンズ成分とが極端に接近し、第4レンズ成分に入射する光束幅が大きくなる。このため第4レンズ成分での収差補正が困難となり、明るいレンズを実現することが困難となる。

【0047】また、フォーカシングは第4レンズ成分で行うのがよい。従来のように前玉でフォーカシングを行うと前玉径が大変大きくなってしまう。これを防ぐために、最近では前玉以外でフォーカシングするインナーフォーカスやリアフォーカスが主流となってきている。本発明のレンズタイプでは第4レンズ成分でフォーカシングを行うのが最も良い。前玉以外でフォーカシングを行

う利点は前玉径が大きくならないということのほかに、広角端ではほとんどレンズ先端までフォーカシングが可能であることが挙げられる。インナーフォーカスやリアフォーカスでは、同じ距離の物体に対するフォーカシングレンズ成分の繰り出し量が焦点距離によって異なってしまうという不便さはあるが、メリットの方がはるかに多い。

【0048】以下に本発明にかかる変倍レンズの具体的な数値実施例を示す。ここで、各実施例において、 r_i ($i=1, 2, 3, \dots$) は物体側から数えて第 i 番目の面の曲率半径、 d_i ($i=1, 2, 3, \dots$) は物体側から数えて第 i 番目の軸上面間隔、 n_i ($i=1, 2, 3, \dots$)、 ν_i ($i=1, 2, 3, \dots$) はそれぞれ物体側から数えて第 i 番目のレンズの d 線 ($\lambda = 587.6\text{nm}$) に対する屈折率及びアッペ数を示す。また、 f は全系の焦点距離を示す。

【0049】実施例中、曲率半径に * 印を付した面は非球面で構成された面であることを示し、以下の非球面の面形状を表す式で定義するものとする。

曲率半径		軸上面間隔	
r_1	45.676	d_1	1.300
r_2	27.898	d_2	4.900
r_3	-1209.614	d_3	0.150
r_4	23.117	d_4	2.400
r_5	34.926	d_5	24.467~8.443~1.000
r_6	75.390	d_6	0.800
r_7	6.939	d_7	3.700
r_8	-28.920	d_8	0.700
r_9	20.942	d_9	0.300
r_{10}	13.634	d_{10}	2.200
r_{11}	61.279	d_{11}	2.000~18.023~25.467
r_{12}	∞	d_{12}	2.500~3.795~4.393
r_{13*}	14.918	d_{13}	3.200
r_{14}	142.908	d_{14}	7.500~2.910~3.958
r_{15}	96.674	d_{15}	0.900
r_{16}	15.069	d_{16}	3.100
r_{17}	-82.162	d_{17}	0.100
r_{18}	48.748	d_{18}	2.800
r_{19*}	-19.386	d_{19}	3.000~6.294~4.649
r_{20}	∞	d_{20}	4.840
r_{21}	∞		

[非球面係数]

 r_{13} $\epsilon = 1.0$ $A4 = -0.72177 \times 10^{-4}$ $A6 = -0.72868 \times 10^{-7}$ r_{19}

曲率半径		軸上面間隔	
r_1	44.403	d_1	1.300
r_2	25.645	d_2	5.900
r_3	-787.042	d_3	0.150

【0050】

【数1】

$$X(h) = \frac{h^2/r}{1 + (1 - \epsilon \cdot (h/r)^2)^{1/2}} + \sum_{n=2}^{\infty} A_n h^n$$

【0051】

ここで、 X : 光軸方向の基準面からの偏移量 r : 近軸曲率半径 h : 光軸と垂直な方向の高さ10 A_n : n 次の非球面係数 ϵ : 2 次曲面パラメータである。

【0052】尚、下記の実施例は全て 4 成分構成であるが、そのレンズ成分間や全系の像側あるいは物体側に、簡単な構成で比較的屈折力の弱い固定若しくは可動のレンズ成分を配置することは容易であり、本発明の主旨に含まれるものである。

【0053】<実施例 1>

 $f = 65.0 \sim 10.0 \sim 5.8$

屈折率(Nd)		アッペ数(νd)	
N1	1.83350	ν1	21.00
N2	1.69680	ν2	56.47
N3	1.69680	ν3	56.47
N4	1.77250	ν4	49.77
N5	1.75450	ν5	51.57
N6	1.83350	ν6	21.00
N7	1.58913	ν7	61.11
N8	1.84666	ν8	23.82
N9	1.60311	ν9	60.74
N10	1.58913	ν10	61.11
N11	1.51680	ν11	64.20

 $\epsilon = 1.0$ $A4 = 0.45621 \times 10^{-4}$ $A6 = 0.65836 \times 10^{-6}$ $A8 = -0.11464 \times 10^{-7}$

【0054】<実施例 2>

 $f = 65.0 \sim 10.0 \sim 5.8$

屈折率(Nd)		アッペ数(νd)	
N1	1.84666	ν1	23.82
N2	1.67000	ν2	57.07

11

r 4	21. 452	d 4	2. 100	N3	1. 67000	v 3	57. 07
r 5	32. 063	d 5	25. 341~8. 775~1. 000				
r 6	37. 766	d 6	0. 800	N4	1. 77250	v 4	49. 77
r 7	6. 585	d 7	3. 900				
r 8	-28. 742	d 8	0. 700	N5	1. 75450	v 5	51. 57
r 9	19. 849	d 9	0. 300				
r 10	13. 219	d 10	2. 200	N6	1. 83350	v 6	21. 00
r 11	60. 533	d 11	2. 000~18. 566~26. 341				
r 12	∞	d 12	2. 500~3. 795~4. 393				
r 13*	22. 823	d 13	3. 200	N7	1. 58913	v 7	61. 11
r 14	-53. 028	d 14	7. 500~2. 931~3. 940				
r 15	78. 836	d 15	0. 900	N8	1. 84666	v 8	23. 82
r 16	14. 964	d 16	4. 000	N9	1. 58913	v 9	61. 11
r 17	-27. 783	d 17	1. 000				
r 18	82. 700	d 18	2. 400	N10	1. 51680	v 10	64. 20
r 19	-25. 998	d 19	3. 000~6. 274~4. 667				
r 20	∞	d 20	4. 840	N11	1. 51680	v 11	64. 20
r 21	∞						

[非球面係数]

r 13

 $\epsilon = 1. 0$ $A_4 = -0. 68914 \times 10^{-4}$ $A_6 = -0. 39999 \times 10^{-7}$

20 [0 0 5 5] <実施例3>

 $f = 65. 0 \sim 10. 0 \sim 5. 8$

	曲率半径		軸上面間隔		屈折率(Nd)		アッペ数(vd)
r 1	37. 983	d 1	1. 300	N1	1. 83350	v 1	21. 00
r 2	24. 242	d 2	5. 500	N2	1. 67000	v 2	57. 07
r 3	-2615. 405	d 3	0. 150				
r 4	23. 712	d 4	2. 200	N3	1. 60311	v 3	60. 74
r 5	42. 796	d 5	22. 250~7. 696~1. 000				
r 6	106. 934	d 6	0. 800	N4	1. 71300	v 4	53. 93
r 7	6. 755	d 7	3. 700				
r 8	-24. 054	d 8	0. 700	N5	1. 67000	v 5	57. 07
r 9	14. 255	d 9	0. 300				
r 10	11. 986	d 10	2. 200	N6	1. 83350	v 6	21. 00
r 11	46. 901	d 11	2. 000~16. 554~23. 250				
r 12	∞	d 12	2. 500~3. 795~4. 393				
r 13*	14. 744	d 13	3. 200	N7	1. 64000	v 7	58. 61
r 14	280. 502	d 14	1. 000				
r 15	-20. 215	d 15	0. 900	N8	1. 80518	v 8	25. 43
r 16	-29. 341	d 16	7. 500~2. 290~3. 266				
r 17	41. 796	d 17	0. 900	N9	1. 84666	v 9	23. 82
r 18	14. 176	d 18	3. 100	N10	1. 69680	v 10	56. 47
r 19	-242. 844	d 19	0. 100				
r 20	86. 229	d 20	2. 800	N11	1. 58913	v 11	61. 11
r 21*	-18. 417	d 21	3. 000~6. 915~5. 341				
r 22	∞	d 22	4. 840	N12	1. 51680	v 12	64. 20
r 23	∞						

[非球面係数]

r 13

 $\epsilon = 1. 0$ $A_4 = -0. 49003 \times 10^{-4}$ $A_6 = 0. 21064 \times 10^{-6}$

r 21

 $\epsilon = 1. 0$ 50 $A_4 = 0. 79885 \times 10^{-4}$

$A_6 = 0.11328 \times 10^{-5}$ $A_8 = -0.15926 \times 10^{-7}$ 。

【0056】<実施例4>

 $f = 65.0 \sim 10.0 \sim 5.8$

曲率半径	軸上面間隔		屈折率(Nd)		アッペ数(νd)	
r1 37.983	d1 1.300		N1 1.83350		ν1 21.00	
r2 24.242	d2 5.500		N2 1.67000		ν2 57.07	
r3 -2957.967	d3 0.150					
r4 23.706	d4 2.200		N3 1.60311		ν3 60.74	
r5 42.873	d5 22.222~7.693~1.000					
r6 107.044	d6 0.800		N4 1.71300		ν4 53.93	
r7 6.755	d7 3.700					
r8 -24.073	d8 0.700		N5 1.67000		ν5 57.07	
r9 14.257	d9 0.300					
r10 11.990	d10 2.200		N6 1.83350		ν6 21.00	
r11 46.912	d11 2.000~16.529~23.222					
r12 ∞	d12 2.500~3.795~4.393					
r13* 14.676	d13 3.200		N7 1.62041		ν7 60.29	
r14 353.499	d14 1.000					
r15 28.077	d15 0.900		N8 1.83350		ν8 21.00	
r16 20.619	d16 7.500~2.308~3.290					
r17 40.575	d17 0.900		N9 1.84666		ν9 23.82	
r18 14.186	d18 3.100		N10 1.69680		ν10 56.47	
r19 -236.624	d19 0.100					
r20 86.147	d20 2.800		N11 1.58913		ν11 61.11	
r21* -18.476	d21 3.000~6.897~5.317					
r22 ∞	d22 4.840		N12 1.51680		ν12 64.20	
r23 ∞						

[非球面係数]

r13

 $\varepsilon = 1.0$ $A_4 = -0.70889 \times 10^{-4}$ $A_6 = -0.50264 \times 10^{-7}$

r21

 $\varepsilon = 1.0$ $A_4 = 0.62913 \times 10^{-4}$ $A_6 = 0.88209 \times 10^{-6}$ 30 $A_8 = -0.15916 \times 10^{-7}$ 。

【0057】<実施例5>

 $f = 37.9 \sim 18.0 \sim 6.7$

曲率半径	軸上面間隔		屈折率(Nd)		アッペ数(νd)	
r1 20.340	d1 1.100		N1 1.83350		ν1 21.00	
r2 15.420	d2 1.200					
r3 17.018	d3 4.650		N2 1.69680		ν2 56.47	
r4 500.706	d4 19.417~12.776~1.150					
r5 -40.819	d5 0.600		N3 1.75450		ν3 51.57	
r6 7.006	d6 2.400					
r7* 19.466	d7 2.300		N4 1.84506		ν4 23.66	
r8 39.586	d8 1.650~8.291~19.917					
r9 ∞	d9 6.100~6.682~7.700					
r10* 13.674	d10 2.700		N5 1.76683			
r11 32.597	d11 4.500~1.803~2.349					
r12 44.528	d12 1.300		N6 1.80518		ν5 25.43	
r13 8.405	d13 3.600		N7 1.76683			
r14* -22.463	d14 2.211~4.327~2.762					
r15 ∞	d15 4.840		N8 1.51680		ν6 64.20	
r16 ∞						

[非球面係数]

50 r7

$\epsilon = 1.0$
 $A_4 = 0.20592 \times 10^{-3}$
 $A_6 = -0.48934 \times 10^{-6}$
 $A_8 = 0.21295 \times 10^{-6}$
 $A_{10} = -0.44687 \times 10^{-8}$
 r_{10}
 $\epsilon = 1.0$
 $A_4 = -0.44636 \times 10^{-4}$
 $A_6 = -0.80443 \times 10^{-6}$
 $A_8 = 0.40863 \times 10^{-7}$

$A_{10} = -0.72788 \times 10^{-9}$
 r_{14}
 $\epsilon = 1.0$
 $A_4 = 0.11166 \times 10^{-3}$
 $A_6 = -0.45960 \times 10^{-5}$
 $A_8 = 0.25463 \times 10^{-6}$
 $A_{10} = -0.51255 \times 10^{-8}$
【0058】<実施例6>
 $f = 70.0 \sim 36.0 \sim 6.2$

10

曲率半径	軸上面間隔	屈折率(Nd)	アッペ数(nd)
r1 30.682	d1 1.100	N1 1.83350	$\nu 1$ 21.00
r2 20.799	d2 4.200	N2 1.58913	$\nu 2$ 61.11
r3 343.739	d3 0.100		
r4 20.902	d4 2.700	N3 1.58913	$\nu 3$ 61.11
r5 46.220	d5 19.776~16.288~1.100		
r6 44.854	d6 1.100	N4 1.69680	$\nu 4$ 56.47
r7 5.850	d7 3.000		
r8 -23.754	d8 0.700	N5 1.69680	$\nu 5$ 56.47
r9 33.701	d9 0.100		
r10 10.582	d10 1.700	N6 1.83350	$\nu 6$ 21.00
r11 20.456	d11 2.000~5.488~20.676		
r12 ∞	d12 1.700~2.746~7.303		
r13 16.429	d13 3.000	N7 1.58913	$\nu 7$ 61.11
r14* 52.853	d14 13.000~4.503~0.782		
r15 29.905	d15 0.750	N8 1.83350	$\nu 8$ 21.00
r16 12.665	d16 0.400		
r17 10.646	d17 4.600	N9 1.58913	$\nu 9$ 61.11
r18* -14.972	d18 1.500~8.950~8.116		
r19 ∞	d19 4.840	N10 1.51680	$\nu 10$ 64.20
r20 ∞			

[非球面係数]

r_{14}
 $\epsilon = 0.66708 \times 10^{-10}$
 $A_4 = -0.14598 \times 10^{-3}$
 $A_6 = 0.22461 \times 10^{-5}$
 $A_8 = 0.34191 \times 10^{-7}$
 $A_{10} = -0.47697 \times 10^{-9}$
 r_{18}

$\epsilon = -0.30872$
 $A_4 = 0.47860 \times 10^{-4}$
 $A_6 = 0.14001 \times 10^{-5}$
 $A_8 = 0.56602 \times 10^{-7}$
 $A_{10} = -0.13320 \times 10^{-8}$
【0059】<実施例7>
 $f = 70.0 \sim 36.0 \sim 6.2$

曲率半径	軸上面間隔	屈折率(Nd)	アッペ数(nd)
r1 35.679	d1 1.100	N1 1.83350	$\nu 1$ 21.00
r2 23.809	d2 4.200	N2 1.58913	$\nu 2$ 61.11
r3 -291.279	d3 0.100		
r4 22.567	d4 2.700	N3 1.58913	$\nu 3$ 61.11
r5 49.220	d5 20.393~16.605~1.100		
r6 97.975	d6 0.800	N4 1.69680	$\nu 4$ 56.47
r7 5.961	d7 3.000		
r8 -26.786	d8 0.700	N5 1.69680	$\nu 5$ 56.47
r9 32.854	d9 0.300		
r10 11.024	d10 1.400	N6 1.83350	$\nu 6$ 21.00

17

r11	21. 368	d11	2. 000~5. 788~21. 293
r12	∞	d12	1. 700~2. 647~6. 523
r13	14. 036	d13	2. 400 N7 1. 58913
r14	-47. 783	d14	0. 800
r15	-30. 522	d15	0. 600 N8 1. 80518
r16*	237. 731	d16	13. 000~4. 385~2. 450
r17	23. 104	d17	0. 750 N9 1. 83350
r18	17. 108	d18	0. 400
r19	12. 830	d19	4. 600 N10 1. 58913
r20*	-27. 086	d20	1. 500~9. 168~7. 227
r21	∞	d21	4. 840 N11 1. 51680
r22	∞		

[非球面係数]

r16

 $\epsilon = 1.0$

r20

 $\epsilon = -0.91873 \times 10^{-1}$ $A4 = 0.11455 \times 10^{-3}$

$A6 = 0.11126 \times 10^{-5}$

$A8 = 0.12889 \times 10^{-7}$

$A10 = -0.67695 \times 10^{-9}$

【0060】<実施例8>

$f = 66.0 \sim 35.0 \sim 5.7$

曲率半径		軸上面間隔		屈折率(Nd)		アッペ数(νd)	
r1	41. 873	d1	1. 100	N1	1. 84666	ν1	23. 82
r2	23. 085	d2	5. 700	N2	1. 51680	ν2	64. 20
r3	-86. 708	d3	0. 100				
r4	19. 106	d4	2. 700	N3	1. 51680	ν3	64. 20
r5	78. 181	d5	18. 458~14. 850~0. 570				
r6	-217. 994	d6	0. 650	N4	1. 77250	ν4	49. 77
r7	8. 760	d7	3. 300				
r8	-10. 233	d8	0. 550	N5	1. 75450	ν5	51. 57
r9	8. 008	d9	1. 900	N6	1. 84666	ν6	23. 82
r10	-392. 682	d10	2. 000~5. 608~19. 888				
r11	∞	d11	1. 500~1. 861~3. 289				
r12	13. 840	d12	2. 800	N7	1. 59844		
r13*	-346. 342	d13	9. 453~3. 853~10. 186				
r14	18. 017	d14	0. 650	N8	1. 84666	ν7	23. 82
r15	8. 630	d15	3. 800	N9	1. 59844		
r16*	-26. 722	d16	4. 000~9. 239~1. 478				
r17	∞	d17	4. 840	N10	1. 51680	ν8	64. 20
r18	∞						

[非球面係数]

r13

 $\epsilon = 1.0$ $A4 = 0.82831 \times 10^{-4}$ $A6 = -0.49893 \times 10^{-7}$ $A8 = 0.11039 \times 10^{-8}$

r16

 $\epsilon = 1.0$

$A4 = 0.54030 \times 10^{-4}$

$A6 = 0.16398 \times 10^{-6}$

$A8 = -0.31394 \times 10^{-8}$

【0061】<実施例9>

$f = 66.0 \sim 15.0 \sim 5.7$

曲率半径		軸上面間隔		屈折率(Nd)		アッペ数(νd)	
r1	36. 192	d1	1. 100	N1	1. 84666	ν1	23. 82
r2	22. 258	d2	6. 000	N2	1. 51680	ν2	64. 20
r3	-80. 549	d3	0. 100				
r4	19. 560	d4	2. 500	N3	1. 51680	ν3	64. 20
r5	47. 684	d5	18. 800~9. 673~0. 572				

19

20

r 6	24. 332	d 6	0. 700	N4	1. 77250	v 4	49. 77
r 7	8. 591	d 7	3. 200				
r 8	-11. 153	d 8	0. 600	N5	1. 75450	v 5	51. 57
r 9	7. 775	d 9	2. 000	N6	1. 84666	v 6	23. 82
r 10	40. 449	d 10	1. 700~10. 827~19. 928				
r 11	∞	d 11	2. 000~2. 913~3. 823				
r 12	11. 558	d 12	3. 300	N7	1. 58913	v 7	61. 11
r 13	-20. 417	d 13	1. 200				
r 14	-11. 008	d 14	0. 800	N8	1. 58913	v 8	61. 11
r 15*	-68. 185	d 15	8. 500~1. 919~3. 919				
r 16	18. 723	d 16	0. 650	N9	1. 83350	v 9	21. 00
r 17	9. 750	d 17	0. 500				
r 18	10. 996	d 18	3. 800	N10	1. 58913	v 10	61. 11
r 19*	-13. 722	d 19	1. 000~6. 669~3. 759				
r 20	∞	d 20	4. 840	N11	1. 51680	v 11	64. 20
r 21	∞						

[非球面係数]

r 15

$\varepsilon = -0. 35363 \times 10^{-4}$

$\varepsilon = 0. 26051$

$A4 = -0. 37759 \times 10^{-4}$

$A4 = -0. 10940 \times 10^{-4}$

$A6 = -0. 19674 \times 10^{-5}$

$A6 = 0. 32705 \times 10^{-5}$

$20 A8 = 0. 11961 \times 10^{-6}$

$A8 = -0. 19181 \times 10^{-6}$

$A10 = -0. 12711 \times 10^{-8}$ 。

$A10 = 0. 19709 \times 10^{-8}$

【0062】尚、各実施例における各条件式の値は以下

r 19

のとおりである。

条件式	(1)	(2)	(3)	(7)
実施例 1	0. 144	0. 690	0. 273	0. 081
実施例 2	0. 139	0. 664	0. 209	0. 078
実施例 3	0. 156	0. 746	0. 209	0. 089
実施例 4	0. 156	0. 746	0. 209	0. 089
実施例 5	0. 184	0. 669	0. 276	0. 088
実施例 6	0. 182	0. 733	0. 248	0. 300
実施例 7	0. 182	0. 757	0. 240	0. 250
実施例 8	0. 184	0. 970	0. 189	0. 100
実施例 9	0. 174	0. 861	0. 203	0. 100

【0063】

【図5】本発明の実施例5に対応するレンズの構成図である。

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、変倍比が1.2倍程度でFナンバーが1.8程度という高変倍かつ明るい変倍レンズを、コンパクトかつ少ない構成枚数で実現し、しかも性能面でも充分満足できるものを作成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に対応するレンズの構成図である。

【図2】本発明の実施例2に対応するレンズの構成図である。

【図3】本発明の実施例3に対応するレンズの構成図である。

【図4】本発明の実施例4に対応するレンズの構成図である。

【図6】本発明の実施例6に対応するレンズの構成図である。

【図7】本発明の実施例7に対応するレンズの構成図である。

【図8】本発明の実施例8に対応するレンズの構成図である。

【図9】本発明の実施例9に対応するレンズの構成図である。

【図10】本発明の実施例1に対応するレンズの収差図である。

【図11】本発明の実施例2に対応するレンズの収差図である。

【図12】本発明の実施例3に対応するレンズの収差図

40

50

である。

【図13】本発明の実施例4に対応するレンズの収差図である。

【図14】本発明の実施例5に対応するレンズの収差図である。

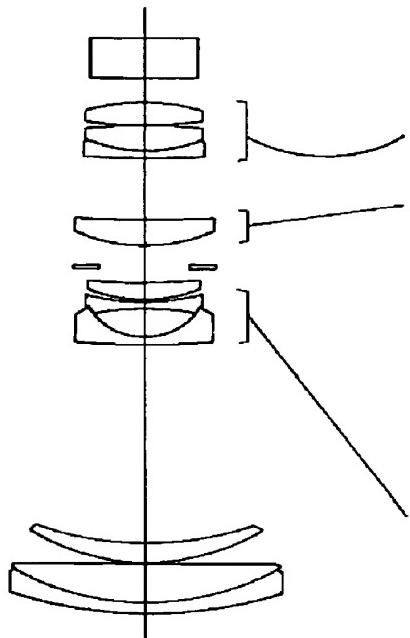
【図15】本発明の実施例6に対応するレンズの収差図である。

【図16】本発明の実施例7に対応するレンズの収差図である。

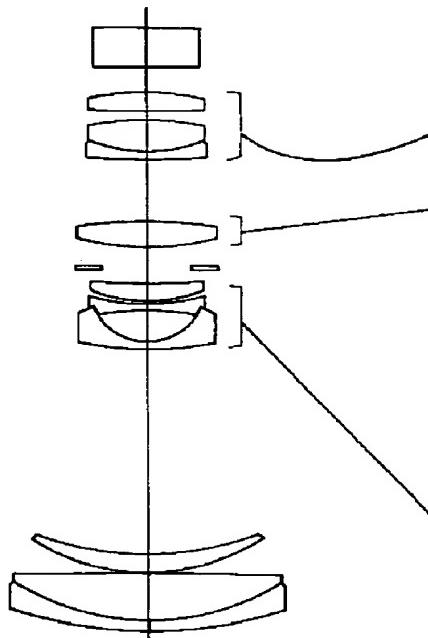
【図17】本発明の実施例8に対応するレンズの収差図である。

【図18】本発明の実施例9に対応するレンズの収差図である。

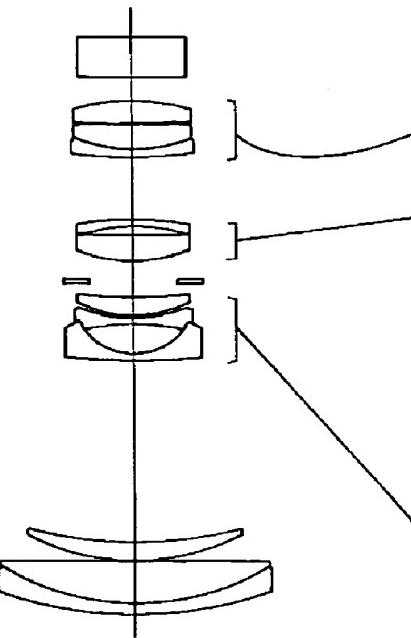
【図1】



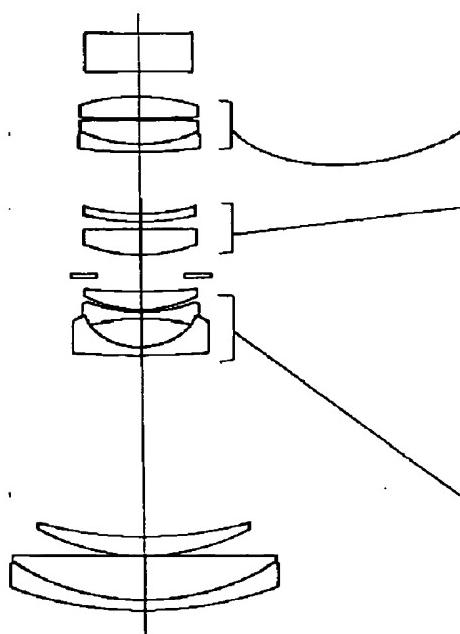
【図2】



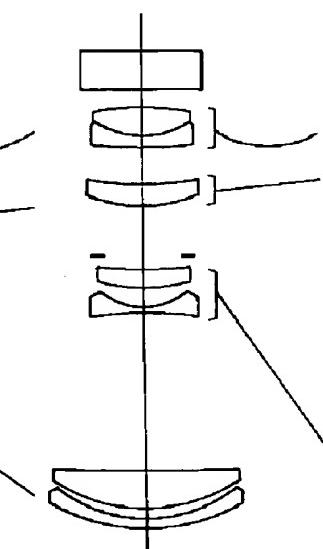
【図3】



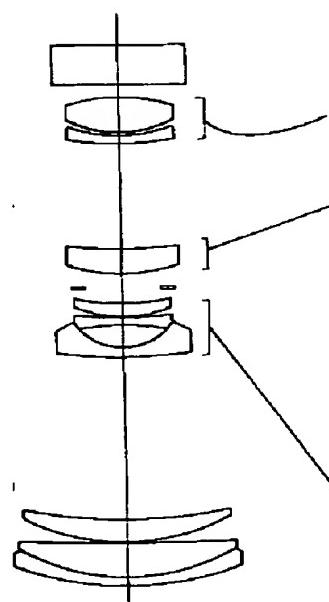
【図4】



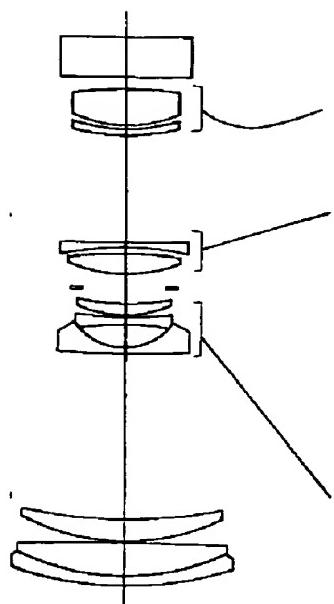
【図5】



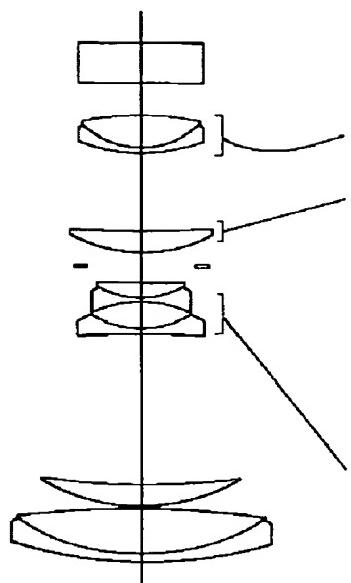
【図6】



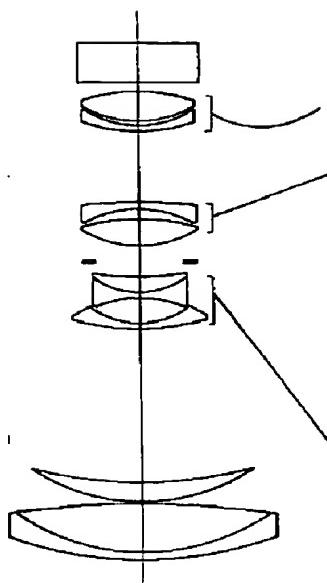
【図7】



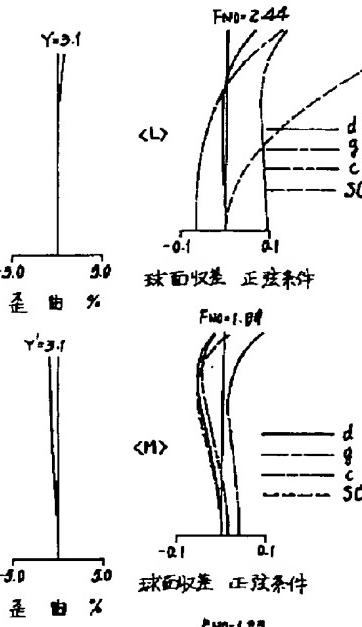
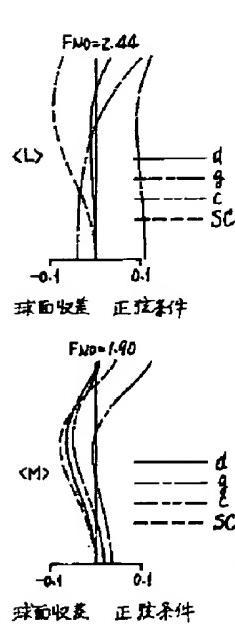
【図8】



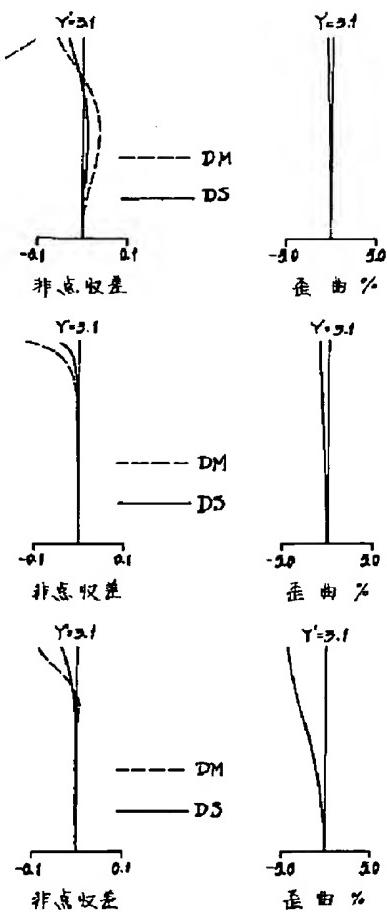
【図9】



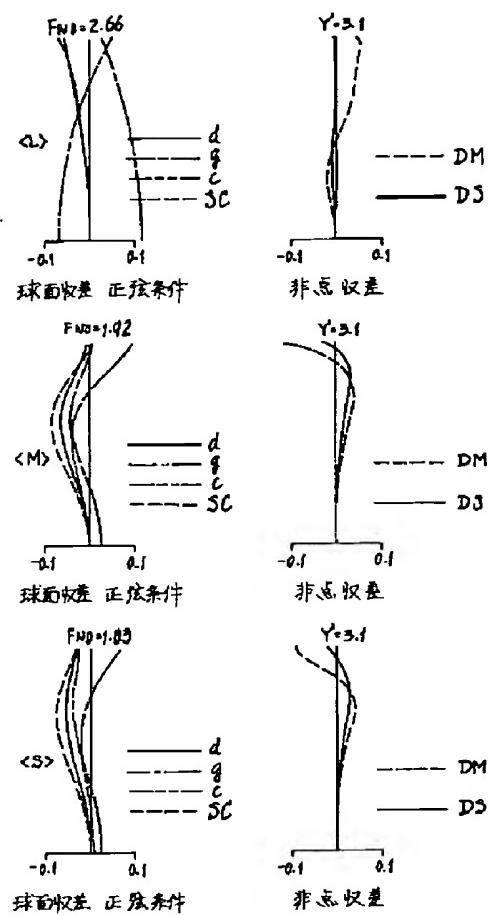
【図10】



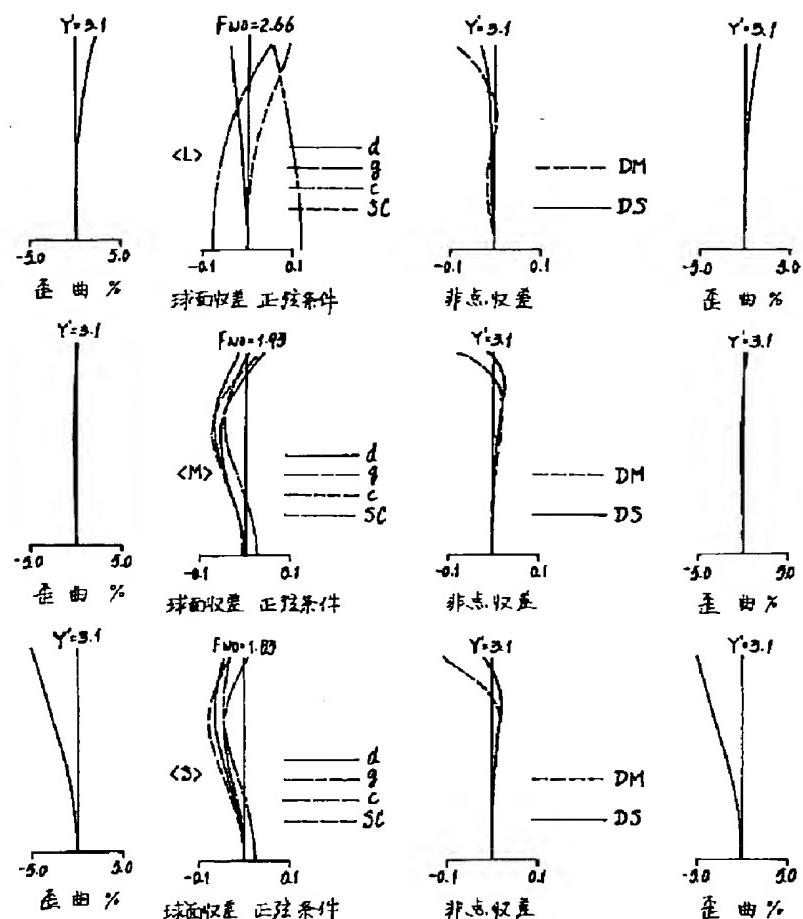
【図11】



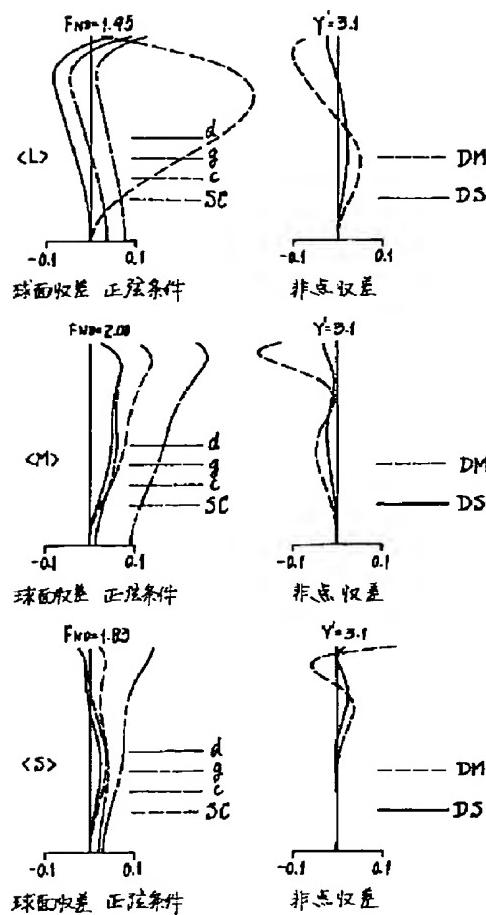
[図12]



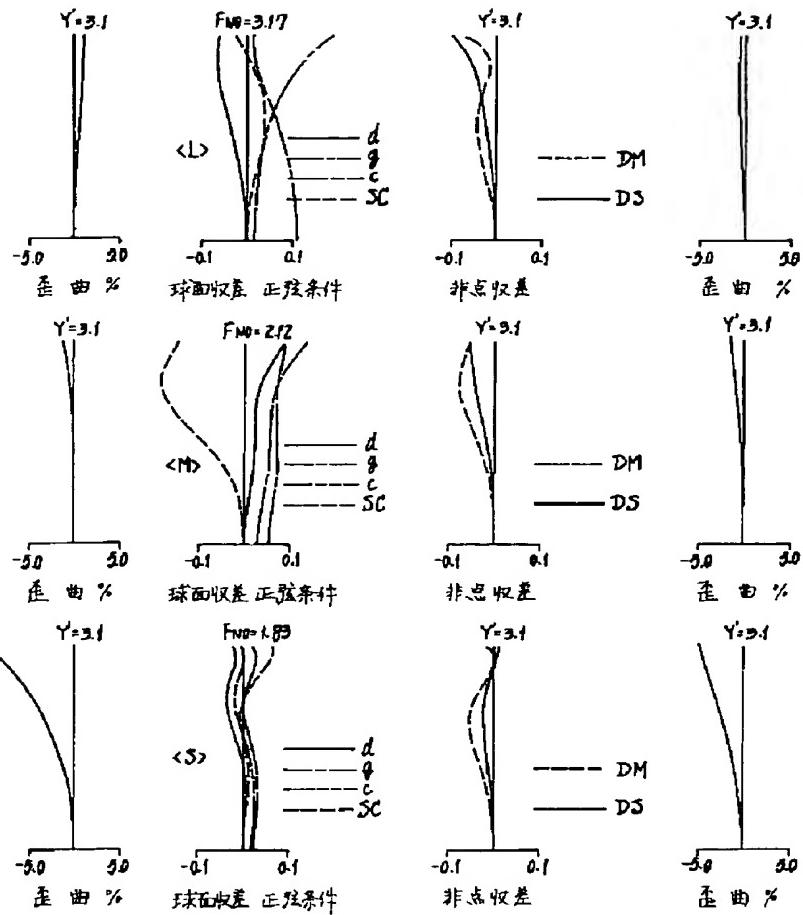
[図13]



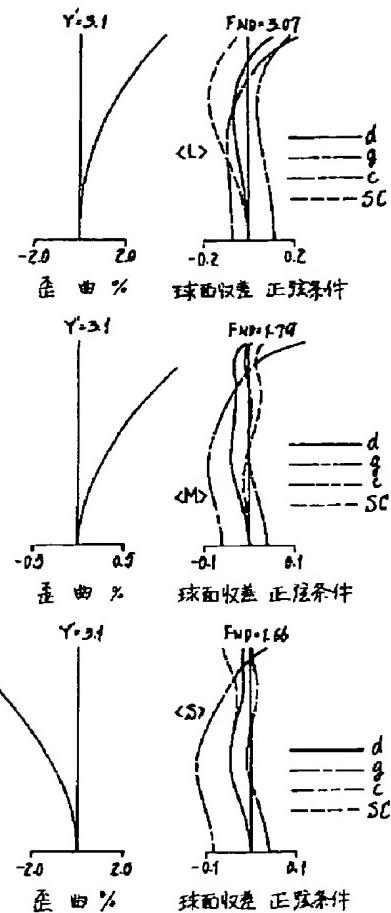
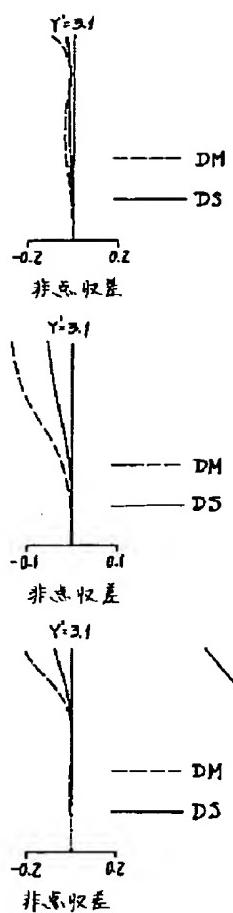
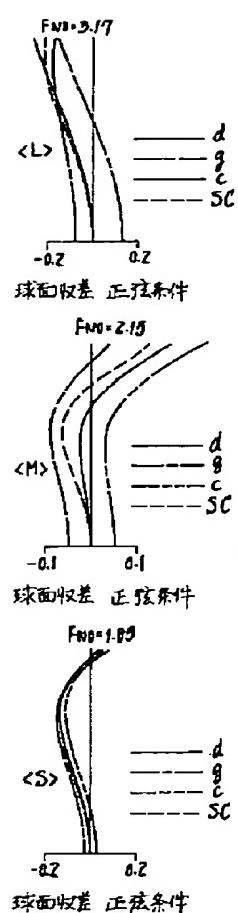
[図14]



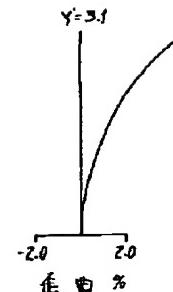
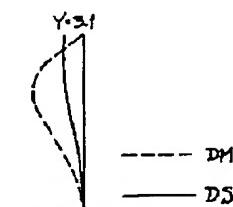
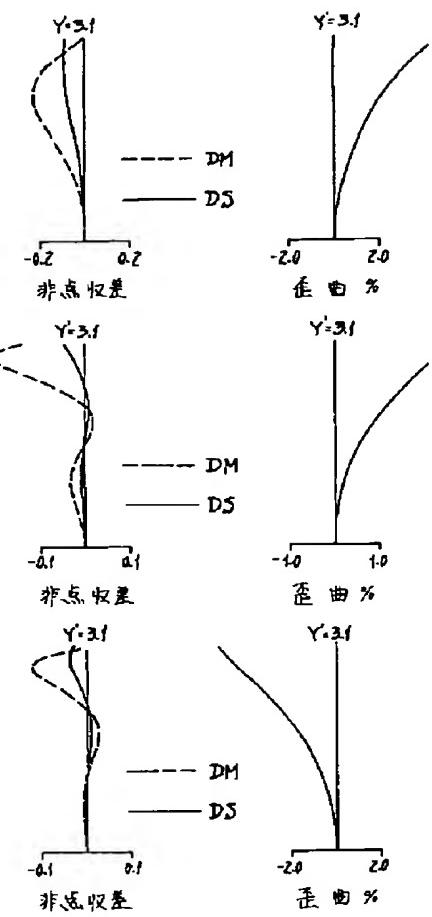
[図15]



[図16]



[図18]



【図17】

